动 物 学 研 究 2000, Oct. 21 (5): 422~424 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research

无蹼壁虎对环境温度的选择及体温调节

THE SELECTION OF AMBIENT TEMPERATURE AND THERMOREGULATION OF *Gekko swinhonis*

孟德荣 张桂然

关键词：无蹼壁虎；环境温度；体温；温度选择；耐受性 体温调节

Key words: *Gekko swinhonis*; Body temperatures; Ambient temperatures; Selection of temperature; Resistance

中图分类号：Q959.6+2 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853(2000)05-0422-03

无蹼壁虎（*Gekko swinhonis* Cuenther）是我国华北地区最常见的一种壁虎科动物，它既可药用，又能捕食多种有害昆虫，十分有益人类。人们对其形态、生态和行为等方面研究较多，积累了较为丰富的资料（姜雅风，1985；邹寿昌，1992；梁刚，1999）。它作为一种外温动物，其生长、发育、繁殖、行为和分布等都易受环境温度的影响，但有关无蹼壁虎甚至壁虎科动物的体温与环境温度的关系，对环境温度的选择，得温和失温的速度以及对极端环境温度的耐受性等方面未见研究报道。为此笔者于1999年10~11月在实验温度条件下，对有关方面进行了初步研究，以期为进一步的生理生态研究提供资料。

1 材料和方法

1.1 实验动物 无蹼壁虎于1999年8~11月采自沧州师范专科学校院内教学楼和居民楼，采后编号、测量、标记，并记录衡量度。共计150余条，用黄粉虫和家蝇饲养在40 cm×30 cm×20 cm的网箱内备用。平均体长（5.001±1.097）cm，平均体重（3.206±1.846）g。

1.2 实验方法

1.2.1 无蹼壁虎对环境温度的选择 温度等级器制作，取一块120 cm×15 cm×0.6 cm的铁板，在铁板的两端距端点10 cm处向下弯成直角，用一长100 cm、宽15 cm、高10 cm的玻璃框放在铁板上，并在铁板上均匀地铺一层0.3 mm厚的细沙，再用110 cm×17 cm的玻璃条作盖，防止逃逸。将等级器的两端都浸入恒温水浴锅中，调整水浴锅水温，在等级器两端沙面建立起20~50℃稳定的温度梯级。实验时将100条无蹼壁虎随机分成5组，每组20只，每次1组，令其在等级器中适应24 h后，观察其分布情况，用北京师范大学司南仪器厂生产的SN2202型数字点温计，测定其群体分布区的沙面温度，并用统计学方法计算其在不同温度梯度中的分布数量。

1.2.2 环境温度对无蹼壁虎体温的影响 环境温度用冰箱和恒温培养箱结合室温控制，在5~40℃的范围内，每间隔5℃为一个温度等级。温度测量用北京师范大学司南仪器厂生产的SN2202型数字针式温度计，温度计探针直径为1.1 mm。实验时先从常温开始，再按由低到高的顺序，使壁虎在每一个温度等级中适应驯化2 h后，用温度计探针由肛孔插入直肠15 mm深处，测得直肠温度代表体温。

1.2.3 无蹼壁虎在环境温度变化时的得温和失温率 将编号称重的壁虎由20℃环境移到35℃的环境暴露20 min；或由35℃环境移到20℃环境暴露20 min。分别测得其前后的体温变化。

1.2.4 无蹼壁虎对极端环境温度的耐受性测定 用冰箱和恒温培养箱分别控制在0、-1、-2、-3、44、46、48、50℃ 8个极端温度等级，将120条生理状态相近的个体，随机分为8组，每组15条，分别放置到上述每个极端温度环境中，记录1 h内的死亡情况，1 h内死亡50%时的环境温度为致死温度，也即半致死温度（TL_{50}）。

2 结果分析

2.1 无蹼壁虎对环境温度的选择 无蹼壁虎在温度等级器上的分布范围在26.2~36.8℃，其分布高峰在30.5~35.5℃，约有86%的个体群集在该温区，聚群中心点为33.5℃，26.2~30.5℃约有10%的个体，35.5~36.8℃仅有4%的个体。可见无蹼壁虎对环境温度的选择高度集中，由高峰值向高温方向的分布数量骤然下降，而向低温方向的分布数量相对下降较缓，该现象与荒漠沙蜥（*Phrynocephalus prezewalskii*）和密点麻蜥（*Eremias multiocellata*）（李仁德等，1992）相类似。在性别和成幼之间均未见明显的选择差异（$P>0.05$）。

2.2 环境温度对无蹼壁虎体温的影响 实验结果见图1。

在适宜的环境温度中，外温动物的体温随着环境温度的升高而升高，图1反映了这一特点，无蹼壁虎的体温（T_b）与环境温度（T_a）的关系式为$T_b=4.854+0.8359T_a$，其相关系

收稿日期：2000-03-02；修改稿收到日期：2000-04-03

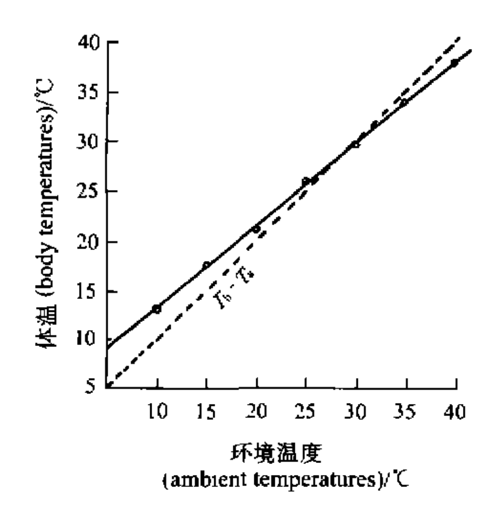


图 1　无蹼壁虎体温与环境温度的关系

Fig. 1　Relationship between body temperatures of *G. swinhonis* and ambient temperatures

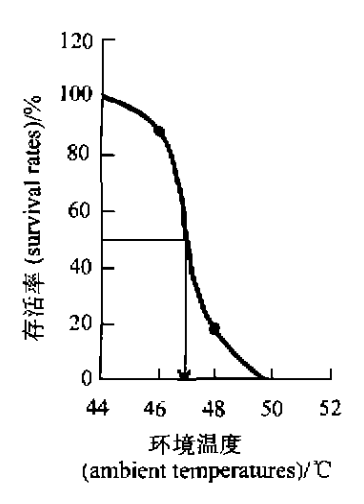


图 2　无蹼壁虎在 44～50℃ 1 h 内的死亡率

Fig. 2　Death rates of *G. swinhonis* in one hour from 44℃ to 50℃

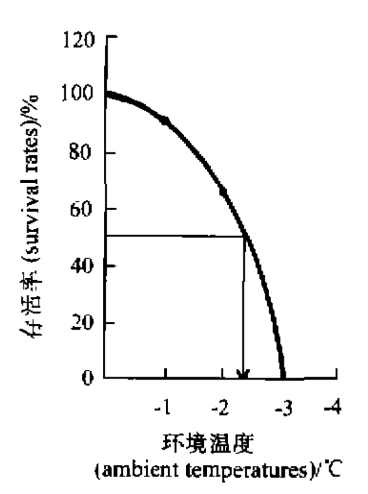


图 3　无蹼壁虎在 0～－3℃时 1 h 内的死亡率

Fig. 3　Death rates of *G. swinhonis* in one hour from 0℃ to －3℃

数 r = 0.9996，相关极显著（$P < 0.001$），即体温与环境温度呈正直线回归。这与荒漠沙蜥、密点麻蜥（李仁德等，1992）以及北草蜥（*Takydromus septentrionalis*）（王培潮等，1987）等相类似。回归方程直线斜率为 0.8359，表明环境温度每升高 1℃，无蹼壁虎的体温就增加 0.8359℃，说明无蹼壁虎主要依赖于外界的辐射热能来维持体温。图 1 表明无蹼壁虎的体温回归线与等温线（$T_b = T_a$）相交在 29.5℃左右，在此温度区域，壁虎体热与环境热能交换趋于平衡，即同温区，应是生理上最适的温度区（王培潮等，1987）。由图 1 还可看出当无蹼壁虎暴露在同温区以上环境温度时，其体温低于环境温度；当壁虎暴露在同温区以下环境温度时，其体温高于环境温度，这种现象与北草蜥以及荒漠沙蜥和密点麻蜥等也很相似。这说明无蹼壁虎具有一定的体温调节能力。

2.3　无蹼壁虎的得温与失温率　无蹼壁虎由 20℃环境移到 35℃环境暴露 20 min 的得温率如表 1。由表 1 看出无蹼壁虎由 20℃环境移至 35℃环境暴露 20 min，其总体的得温率 0.614℃/min，体重（1.031 ± 0.288）g 组的得温率是 0.645℃/min；体重（2.434 ± 0.718）g 组的得温率是 0.594℃/min；而体重（4.661 ± 0.719）g 组的壁虎的得温率是 0.577℃/min。由此说明无蹼壁虎由低温环境移至高温环境的得温率与体重有关，体重大者的得温率低于体重小者的得温率。其得温率在雌雄性间无显著差异（$P > 0.05$）。

将无蹼壁虎从 35 ℃ 环境移到 20 ℃ 环境暴露 20 min，总

表 1　无蹼壁虎由 20℃环境移至 35℃环境的体温变化情况

Table 1　Body temperature variation of *G. swinhonis* when ambient temperature changing from 20℃ to 35℃ with intervals of 20 minutes

组别 (groups)	样本数 (sample size)	体重/g (body weight)	实验温度/℃ (ambient temperatures)	体温升高值/时间 (raised body temperatures/time)	得温率/℃·min⁻¹ (rate of raised temperatures)
Ⅰ	10♀ + 10♂	1.031 ± 0.288	20→35	12.906/20	0.645
Ⅱ	10♀ + 10♂	2.434 ± 0.718	20→35	11.871/20	0.594
Ⅲ	10♀ + 10♂	4.661 ± 0.719	20→35	11.533/20	0.577
合计 (total)	30♀ + 30♂	3.216 ± 1.845	20→35	12.275/20	0.614

体平均失温 12.212℃，失温率为 0.611℃/min，其中体重（1.031 ± 0.288）g 组的个体，失温率为 0.642℃/min；体重（4.661 ± 0.719）g 组的个体失温率为 0.549℃/min。由此可见无蹼壁虎失温率的高低同样受体重的影响，即体重大者的失温率低于体重小者的失温率。其失温率在雌雄之间也无显著差异（$P > 0.05$）。

2.4　无蹼壁虎对极端环境温度的耐受性　无蹼壁虎对高温的耐受性如图 2 所示。

把无蹼壁虎暴露在 44℃环境时，15 min 开始出现张口喘气现象，并见多条叠聚一起的行为，1 h 内未见热昏迷和死亡现象；在 46℃中，10 min 出现张口喘气和叠聚行为，25 min 出现包括颈部都参与的张口喘气运动，45 min 呼吸困难，50 min 运动失调，55 min 出现热昏迷，1 h 内死亡 11%；在 48℃环境，17 min 出现热昏迷，20 min 出现死亡，1 h 内死亡 82%；在 50℃环境，12 min 出现死亡，30 min 死亡 100%。如图 2 所示，无蹼壁虎的热致死阈值为 44～50℃，1 h 内的致死温度（TL_{50}）为 47℃。

无蹼壁虎对低温的耐受性结果见图 3。

将无蹼壁虎由常温移至0℃环境，1 h内未见死亡，只是运动缓慢；在-1℃时，10 min运动失调，15 min肢体麻痹，丧失运动能力，1 h内死亡9%；在-2℃时，45 min出现死亡现象，1 h内死亡35%；在-3℃时，35 min出现死亡，1 h内死亡100%。由图3可见无蹼壁虎的低温致死阈值为0~-3℃，低温致死温度为-2.4℃左右。

3 讨 论

3.1 无蹼壁虎选择30.5~35.5℃的温度环境，聚群中心点33.5℃，明显低于荒漠沙蜥（28~40℃）、密点麻蜥（35~37℃）（李仁德等，1992）、*Lacerta agilis* L.（38.64℃）、*L. muralis* L.（38.5℃）和 *L. serpa* Raf（40.03℃）（卡拉布霍夫，1959）等其他日出性蜥蜴类。这种选择的差异性，主要与无蹼壁虎的栖息环境和日活动节律有关，无蹼壁虎在白天高温时，潜伏在阴凉的缝隙内以躲避白昼的高温时段，而到晚间气温下降后外出活动。由于对这种栖息环境和活动节律的长期适应，形成了无蹼壁虎与其他白昼活动蜥蜴类对环境温度的选择差异。

3.2 无蹼壁虎的体温随环境温度的变化而变化，呈正直线回归关系，且回归直线的斜率较大（0.8359），明显大于荒漠沙蜥（0.713）和密点麻蜥（0.739），因而其回归线与等温线（$T_b = T_a$）相应的交点（即同温区）也较高（29.5℃），远高于荒漠沙蜥（25℃）和密点麻蜥（22℃）（李仁德等，1992）。这说明无蹼壁虎自身代谢水平低，产热较少，体温调节能力较差，体温对外界环境温度的依赖程度大。这主要是由于其分类地位的原始性决定的，其次与其体型比沙蜥和麻蜥较小也有一定关系。

3.3 无蹼壁虎的得温率和失温率与体重的大小有关，并且体重大者的得失温率较低，这主要与体重大者的体型较大，与外界环境的接触面积相对较小，移到新的温度环境时达到热平衡所需时间较长有关。

3.4 无蹼壁虎对极端温度的耐受性，其致死高温47℃，接近于密点麻蜥（46℃）和荒漠沙蜥（48℃）（李仁德等，1992），而明显高于 *L. agilis* L.（44.7℃）（卡拉布霍夫，1959）；其低温致死温度为-2.4℃，也接近于荒漠沙蜥（-2.3℃）和密点麻蜥（-2.5℃），而明显高于 *L. agilis* L.（-4.9℃）。无蹼壁虎在极端温度环境下的集群聚叠行为，有利于形成有利的小气候，减少热量的获得或散失（孙儒泳，1987），提高对极端环境温度的耐受性。

最后需要特别指出的是，无蹼壁虎的选择温度是30.5~35.5℃，聚群中心点33.5℃，而同温区是29.5℃，二者并不一致，选择温度亦即喜好温度明显高于同温区，由李仁德等（1992）在荒漠沙蜥和密点麻蜥的实验结果看，也有类似现象。同温区可能并非是生理上的最适温区，其有关机理还有待进一步深入研究。

致 谢 蒙业师陕西师范大学王廷正教授审阅全文，本校生物系张贵恕、田云奎先生对本实验给予大力支持，特此致谢。

参 考 文 献

王培潮，徐宏发，1987. 温度对北草蜥体温与热能代谢的影响[J]. 两栖爬行动物学报，**6**(2)：10~15. [Wang P C, Xu H F, 1987. The influence of environmental temperatures on body temperatures and heat energy metabolism of *Takydromus septentrionalis*. *Acta Herpetologica Sinica*, **6**(2)：10-15.]

卡拉布霍夫 H N，1959. 陆生脊椎动物生态学实习方法[M]. 见：孙儒泳译. 北京：高等教育出版社. 23~24.（Kalabuhov H N, 1959. The practice methods for ecology of terrestrial vertebrate. In: Sun R Y (translates). Beijing: Higher Education Press. 23-24.）

孙儒泳，1987. 动物生态学原理[M]. 北京：北京师范大学出版社. 34~70.（Sun R Y, 1987. Principles of animal ecology. Beijing: Beijing Normal University Press. 34-70.）

李仁德，刘乃发，1992. 环境温度对荒漠沙蜥和密点麻蜥体温的影响及其对环境温度的选择[J]. 动物学研究，**13**(1)：47~52. [Li R D, Liu N F, 1992. The influence of environmental temperatures of *Phrynocephalus przewalskii* and *Eremias multiocellata* and their selections of environmental temperatures. *Zoological Research*, **13**(1)：47-52.]

邹寿昌，1992. 无蹼壁虎冬眠期的生态及形态生理研究[J]. 动物学杂志，**27**(4)：25~28. [Zou S C, 1992. Studies on ecology and morphophysiology of *Gekko swinhonis* in hibernation. *Chinese Journal of Zoology*, **27**(4)：25-28.]

姜雅风，1985. 无蹼壁虎的年龄组划分及性成熟时间[J]. 两栖爬行动物学报，**4**(2)：119. [Jiang Y F, 1985. Studies on age composition and maturity of *Gekko swinhonis*. *Acta Herpetologica Sinica*, **4**(2)：119.]

梁 刚，1999. 壁虎属四种壁虎微皮纹的比较研究[J]. 动物学研究，**20**(1)：67~70. [Liang G, 1999. Comparative study on the microdermatoglyphics of four species of *Gekko*. *Zoological Research*, **20**(1)：67-70.]

孟德荣 张桂然
MENG De-Rong ZHANG Gui-Ran
（沧州师范专科学校生物系 河北沧州 061001）
（*Department of Biology, Cangzhou Normal College, Cangzhou, Hebei* 061001, *China*）